曲線橋の地震時変形挙動に関する研究

九州工業大学　学生員　〇清水俊彦，小田健二
九州工業大学　正会員　　山口栄輝，久保喜延

1．はじめに

平成８年に改訂された道路橋示方書(耐震設計編)[1)]では，地震時の挙動が複雑な橋等について，動的解析を行うことが要求されている．本研究では，地震時の挙動が複雑な橋の一つである，曲線橋を取り上げ，曲率半径が静的および動的挙動に及ぼす影響，および地震動の最悪入力方向について検討する．

2．解析モデルおよび解析手法

解析対象は，図１に示す鋼製の４径間連続曲線高架橋である．この解析モデルＡ～Ｉの９橋すべてにおいて，P1-P2，P4-P5 区間はほぼ直線であり，P2-P4 区間が主たる曲線部となっている．曲率半径は橋梁Ａで 55m，橋梁 H で 800ｍとなっており，橋梁 I は直線橋である．橋脚は P3 橋脚が円形断面，他は矩形断面であり，鋼材の応力－ひずみ関係には，降伏応力を 3600kgf/cm^2 とする完全弾塑性モデルを採用する．上部構造主桁と橋脚の結合条件は，P2～P4 では剛結，P1 橋脚，P5 橋脚上では 2 個の支承による支持である．支承条件は，橋軸直角方向と鉛直方向変位のみ拘束とする．

以下では，動的解析と静的解析を行う．動的解析には，兵庫県南部地震時に東神戸大橋で記録された加速度を用いる．減衰モデルにはレイリー減衰を採用し，減衰定数は 0.02 とする．静的解析では，質量に比例した水平方向の分布荷重を単調に増加させて弾塑性解析(Pushover 解析)を行う．なお，地震荷重の入力方向は， P1 橋脚から P5 橋脚に向かう方向を基準(0 度)とし，そこから時計回りに測った角度で定義する．静的解析では，自重の 0.9 倍の水平荷重作用時のひずみを参照値とする．なお，解析は全て Y-FIBER3D[2)] で行った．

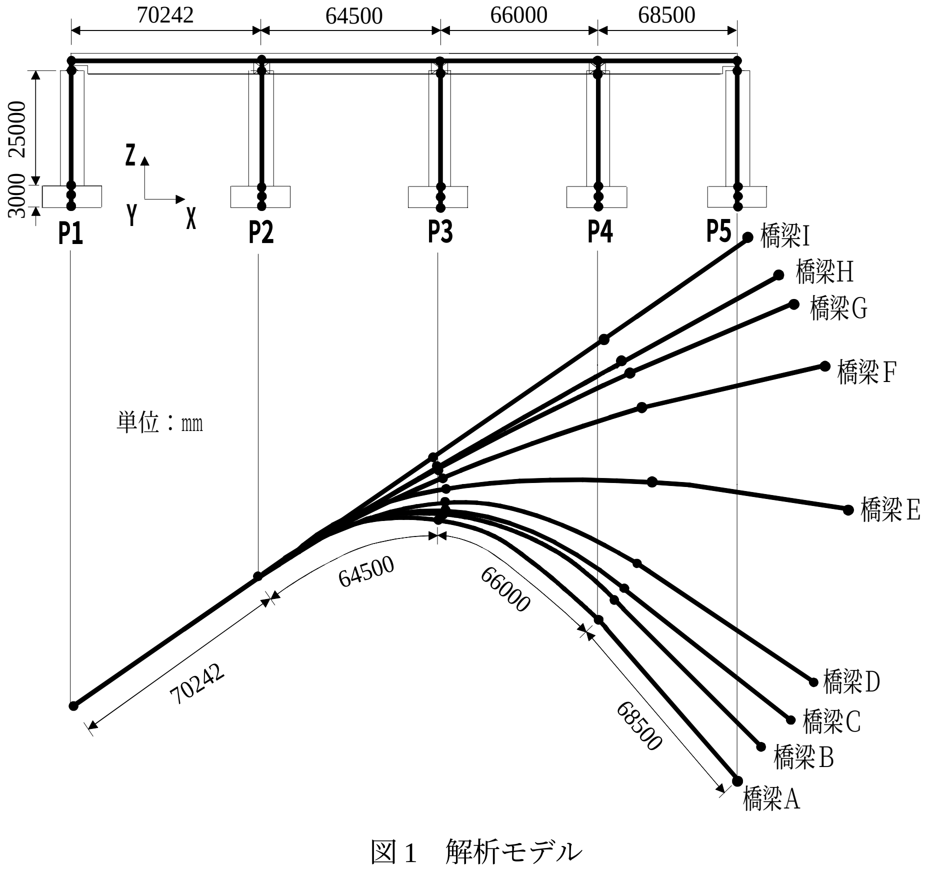


図１　解析モデル

キーワード：曲線橋，曲率半径，動的解析，Pushover 解析，地震動入力方向
連絡先：〒804‐8550　北九州市戸畑区仙水町１‐１　Tel：093‐884‐3110

3．解析結果と考察

解析結果として，橋梁 C，E，I の P2～P4 橋脚で生じた最大圧縮ひずみと地震荷重作用方向との関係を図２にまとめている．すべての場合において，最大ひずみは橋脚下端で生じている．各橋脚で生じる最大ひずみは，地震荷重入力方向に依存し変化するが，いずれの解析においても，各橋梁のすべての橋脚で,地震荷重入力方向が 90 度付近の場合に大きくなる傾向が見られる．この傾向は，曲率半径が大きくなるほど強まっている.特に直線橋(橋梁Ｉ)では,動的解析の P2，P4 橋脚を除くすべての場合で 90 度が最悪入力方向となっている．これは，ラーメン構造である本橋では，橋軸方向に比して橋軸直角方向の剛性が小さいことに起因している.

動的解析結果と静的解析結果を比較すると，曲率半径が大きくなるにつれて，動的解析で得られる最大ひずみは減少する傾向がある．それに対し，静的解析の最大ひずみは増加傾向にある.橋梁の動的特性の目安となる固有周期は,曲率半径が増えるのに伴い長くなり，橋梁Aの 1.283 秒から橋梁Ｉの 1.573 秒へと単調に延びている．このことが,曲率半径の増加に伴い最大ひずみが減少する原因と思われる.地震荷重を90度方向に作用させて行った静的解析の結果を図３に示す．これは，震度と P3 橋脚天端の 90 度方向の水平変位の関係を表す図である．なお，橋梁G，H，Ｉにおいては，震度 0.9 より荷重を増やすことはできなかった．この図より明らかなように，曲率半径の増加とともに橋梁の剛性および耐荷力は低下している．これが，曲率半径が大きくなるのに伴い最大ひずみが増加する要因である.

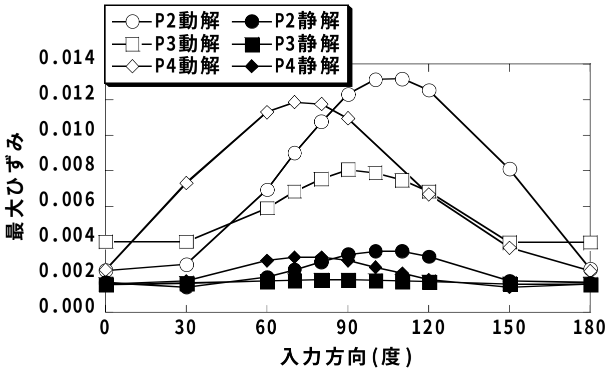
各橋脚において地震荷重の最悪入力方向は，動的解析と静的解析でよく一致している．ただし，若干のずれが認められるので，静的解析結果をもとに，動的解析における地震波の入力方向を設定する場合には，多少の余裕を持たせる必要がある.

【謝辞】本研究は，日本鋼構造協会橋梁システムと耐震性小委員会(委員長：藤野陽三東大教授)の活動の一環として行ったものであり，特に大日本コンサルタント(株)の川神雅秀氏，田崎賢治氏には有益な助言を頂いた．ここに記して感謝いたします.

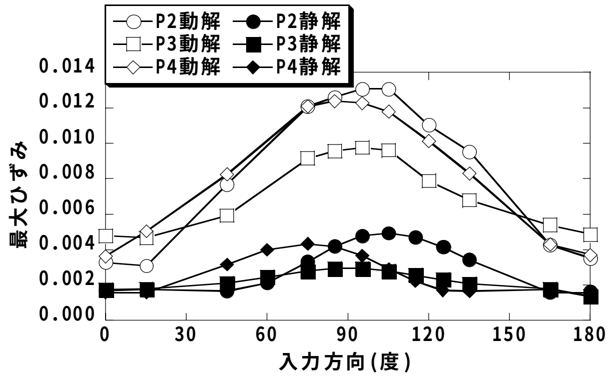
参考文献

1）日本道路協会：道路橋示方書・同解説 Ⅴ耐震設計編，1996

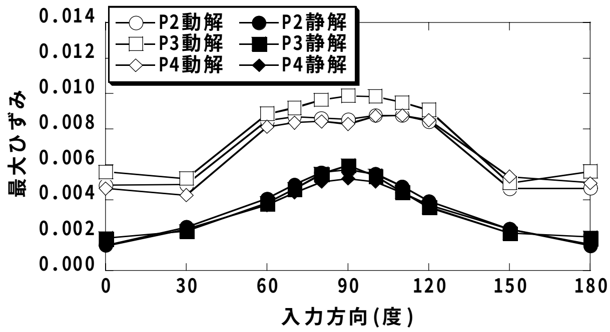
2）大和設計株式会社：Y-FIBER3D 取扱説明書，1999



(a) 橋梁C



(b) 橋梁E



(c) 橋梁Ｉ

図２　最大ひずみ－入力方向関係

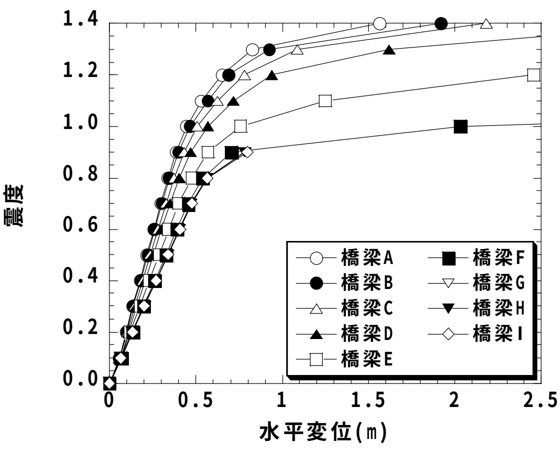


図３　P3 橋脚における震度－水平変位関係